

Наявність скловолоконного екрана ЕПТ дозволила одержувати спряження еталонного та скануючих растрів без застосування оптичних проєкційних систем [5] зі своїми джерелами систематичних похибок вимірювань.

При ввімкненні розгортки на екрані ЕПТ формуються два скануючі растри, розміри орієнтація та кількість рядків яких встановлюються, зважаючи на вимоги одержання муарового спряження з еталонним растром. Якщо в певних фрагментах растрів існують відступи від муарового спряження, що спостерігаються візуально, то шляхом зміни частоти рядкової розгортки растра муарове спряження в цьому фрагменті необхідно відновити. При цьому нове значення частоти розгортки, яке за допомогою частотоміра можна виміряти достатньо точно, використовується для розрахунків значень геометричних спотворень растра.

Запропонований експериментальний метод досліджень електромагнітної сумісності пари сканерів, кожен з яких окремо проектувався з мінімально допустимими спотвореннями скануючого растра, дозволяє вимірювати, аналізувати та коректувати растри з врахуванням взаємовпливу магнітних полів сканерів. Проведена робота є початковим етапом створення метрологічної бази при розробці оптичного скануючого стереомікроскопа.

1. Дюков В. Г., Кудяров Ю.А. *Растровая оптическая микроскопия*. М., 1992. 2. Грицьків З.Д., Педан А.Д. *Питання створення кольорового телевізійного скануючого оптичного мікроскопа*. // Вісн. ДУ “Львівська політехніка.” 2000. № 387. 3. Лобанов А.Н. *Фото-грамметрия*. М., 1984. 4. Мироненко А.В. *Фотоэлектрические измерительные системы*. М., 1967. 5. А.с. 441611 СССР. *Устройство для измерения нелинейности отклонения луча в электроннолучевых трубках* / К.С. Глиненко, З.Д. Грицьків, А.Д. Педан. *Бюл. изобрет.* 1974. № 32.

УДК 620.179

Ярополк Притуляк, Григорій Сенік

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра радіоелектронних пристроїв та систем

РЕАЛІЗАЦІЯ СКАНУЮЧОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО МЕТОДУ

© Притуляк Ярополк, Сенік Григорій, 2001

Проводиться аналіз обертового або біжучого скануючого електромагнітного поля, яке утворюється електричним шляхом, що дозволяє збільшити продуктивність контролю та суттєво спростити конструкції сканерів. Розглядаються можливості і характеристики електрично скануючих перетворювачів.

Here the analysis of the rotary or running scanning electromagnetic field is carried out, which is created in electrical way. This provides increasing of the monitoring productivity and essential simplification of the converter construction. Examinations of the abilities and the characteristics of the electrically scanning converters are held.

Електромагнітні (ЕМ) методи, зокрема і скануючий вихроstromовий і електро-магнітно-акустичний, базуються на аналізі взаємодії збуджуючого ЕМ поля з полем вихрових струмів, що наводяться в струмопровідних об'єктах контролю. Реєструючи наведену ЕРС вимірювальною котушкою або ж опір, отримуємо інформацію про властивості і неоднорід-

ності об'єкта. Особливість ЕМ контролю в тому, що його проводять без контакту перетворювача з об'єктом і, отже, відповідно можна здійснювати вимірювання при високих швидкостях сканування. Розглянемо контроль деякої площини, математична модель такого сигналу описується функцією $f(x,y,t)$ двох координат і часу. Сканування проведемо перетворювачами традиційних конструкцій, основаних на звичайних ЕМ методах, в якості скануючого елемента досліджується вимірювальна котушка, що складається з n витків, площа яких повинна стягуватись в точку, з тим, щоб отримати максимальну інформативність. Процес розгортки пов'язаний з механічним лінійним скануванням простору як в поперечному напрямку, описаним функцією однієї координати $f_{non}(x)=f(x,t')$, так і в поздовжньому $f_{noz}(y)=f(y,t'')$. Оскільки швидкість поперечного сканування $v_{non} \gg v_{noz}$, тому необхідно використовувати дорогі прецизійні механічні системи, в яких максимальна швидкість обмежується 1м/с. Подальше збільшення швидкості сканування є можливе за допомогою використання електрично скануючого ЕМ поля, яке створюється збуджуючими котушками, рівномірно розподілених в просторі і розміщених на відповідних типах магнітопроводів.



Рис. 1. Класифікація електрично скануючих ЕМ пристроїв

На рис. 1 показані типи конструкцій електрично скануючих перетворювачів, які ефективно можна застосовувати для потреб технічної діагностики і неруйнівного контролю. Наприклад, застосування обертового поля в дефектоскопії значно підвищує імовірність виявлення дефектів за рахунок опромінення неоднорідності з усіх сторін, а підвищення

інформативності сигналу дозволяє на більш високому рівні розвивати дефектографію та дефектометрію. Використовуючи переваги скануючого ЕМ методу, розроблено конструкцію індукційного томографічного сканера, на основі якого проводяться дослідження з побудови індукційного реконструктивного комп'ютерного томографа з застосуванням аналізу квазістаціонарних магнітних полів.

Щоб утворилось біжуче або обертове поле, необхідно збуджуючу котушку, розміщену на відповідному типі магнітопроводу, розділити на секції, які б живилися від багатофазного джерела живлення. Сукупність струмів у багатофазних секціях збуджуючої котушки повинні бути симетричними, для цього необхідно, щоб всі секції були ідентичні, а струми, які протікають через них були рівні за амплітудою і щоб кожен струм відставав за фазою від струму попередньої секції на той самий кут, що дорівнює:

$$i_{\phi} = I_m \cos(\omega t + 2\pi/n) \quad (1)$$

де $n=3,4,\dots$ – кількість секцій і відповідно фаз; I_m – максимальне значення струму живлення секції.

Можна отримати скануюче поле при $n=2$, але тоді система стає несиметричною [1]. Аналіз скануючих перетворювачів пов'язаний з конкретною траєкторією руху розгортаючих елементів. Використаємо переміщення скануючого елемента по азимуту, яке забезпечується обертовим полем [2] або обертовою азимутальною неоднорідністю [3], котрі реєструються під вимірювальною котушкою і обмежуються її зоною чутливості. Таким скануючим ЕМ перетворювачем будемо проводити вимірювання властивостей квазістаціонарного ЕМ поля в деякій площині (x, y) , та знаходити розподіл інтенсивності $f(x, y, t)$, яка здебільшого є скалярною функцією і визначається енергією сигналу. У вимірних даних можуть також відображатись N властивостей сигналу і тоді функція буде N -вимірним вектором. Розглянуті скануючі перетворювачі [2, 3] є градієнтометрами і побудовані на основі віднімання сигналів у вимірювальній котушці, рознесеної в просторі. Схема градієнтометра з обертовим магнітним полем зображена на рис. 2.

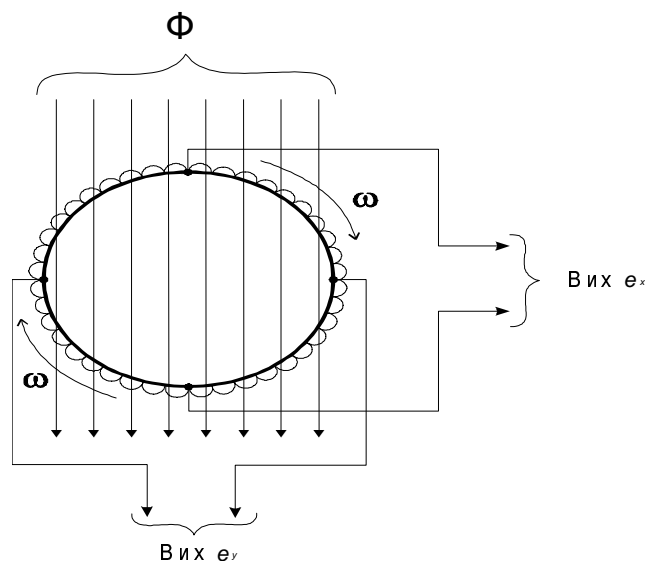


Рис. 2. Схема градієнтометра з обертовим магнітним полем (вимірювальна обмотка); Φ – магнітний потік збуджуючої котушки

Одношарова вимірювальна котушка, яка рівномірно розміщена на тороїдальному кільці співвісно з збуджуючою котушкою складається з чотирьох послідовно ввімкнутих ідентичних секцій (їх постійні W і S підібрані з точністю до десятих часток відсотка) де W – кількість витків; S – площа витка. Як видно з рис. 2, збуджуюче однорідне і обертове магнітне поле тангенціальної складової індукції в однакових кількостях витків протилежних половинок вимірювальної котушки однакові ЕРС., але різних знаків, внаслідок чого вони взаємо віднімаються.

Вихідні сигнали, що знімаються з протилежних секцій вимірювальної обмотки, є проекціями на вісь абсцис e_x і ординат e_y і складаються з компонент неоднорідності поля

$$dB_x/dD; dB_y/dD, \quad (2)$$

де B_x, B_y – складові магнітної індукції відповідних проекцій; D – діаметр вимірювальної котушки і одночасно є базою градієнтметра. Поле вимірювальної котушки перетворювача на бездефектній ділянці контрольованої поверхні буде однорідним, тому і вихідні сигнали e_x, e_y будуть дорівнювати нулю. Проте, якщо в зоні дії вимірювальної буде знаходитись неоднорідність, то в цьому випадку на деяку n -ну кількість витків буде діяти різне значення магнітної індукції, внаслідок чого на виході з'явиться сигнал, пропорційний різниці вказаних значень (2).

Різницевий сигнал, що знімається з протилежних точок з'єднання секцій вимірювальної котушки пропорційний градієнту індукції (напруженості) магнітного поля. Пряме вимірювання градієнтів дозволяє збільшити точність отримуваних результатів, особливо в сильно неоднорідних полях [4], і точність вимірювання градієнтів буде тим вища, чим менші розміри вимірювальних котушок скануючих перетворювачів.

Отже, вимірювання параметрів квазістаціонарних неоднорідних магнітних полів, які зводяться до визначення топографії магнітних полів або до визначення градієнтів магнітної індукції $\Delta B_x/\Delta z; \Delta B_y/\Delta z$ в різних точках об'єкта, котру можна проводити скануючими перетворювачами. І тільки реалізація скануючого ЕМ методу дозволяє при цьому одним перетворювачем побудувати градієнтметр і при цьому одночасно проводити два вимірювання по двох ортогональних проекціях.

Особливістю ЕМ методів є присутність в сигналі первинного збуджуючого поля, котре не несе інформації і тому є завадою. За рахунок трансформації в вимірювальній котушці наводиться ЕРС, зумовлена зміною магнітного поля в часі величиною

$$e_{mp} = -\oint_l E dI = -\frac{\partial}{\partial t} \int_S B dS, \quad (3)$$

яка перевищує на 2-3 порядки сигнал.

Для пригнічення завади e_{mp} , конструкції скануючих перетворювачів будуються симетричними і за схемою градієнтметра. І якщо перетворювачем збуджується однорідне поле і контрольований об'єкт є ізотропним, то перетворювач буде збалансований, а наведена ЕРС. від вторинного поля e_{mp} буде дорівнювати нулю.

У сигналах скануючих перетворювачів присутня ще одна складова завади, зумовлена рухом первинного поля, при якому змінюється ефективна площа контуру. Ця завада виникає навіть тоді, коли поле B не залежить від часу і є однорідним. Значення ЕРС, наведене від руху, визначимо з [4]

$$e_{pyx} = \oint_l [vB] dI, \quad (4)$$

де v – швидкість руху поля B .

Сумарне наведене поле завади буде

$$e_{\Sigma} = e_{mp} + e_{рух} = -\frac{d\Phi}{dt} = \oint_l (E + [v \cdot B]) dl . \quad (5)$$

Як видно з (5), завади, зумовлені рухом поля, компенсувати досить складно, що і обмежувало широке застосування скануючих перетворювачів. Використовуючи досягнення сучасної цифрової техніки, вдається побудувати цифрові схеми компенсації з дуже високим ступенем пригнічення завади e_{Σ} .

1. Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей. М. Энергоатом, 1989, 528 с. 2. Патент, 22222А Україна, Трансформаторний вихрострумний перетворювач з обертовим магнітним полем / Я. Г. Притуляк, І. Н. Прудіус Й. А. Захарія і ін. (Україна) – Опубл. 30.06.98, Бюл. № 3. 3. А.С. 1820314А1 СРСР Способ электрического сканирования для неразрушающего контроля электропроводящих изделий / В.А. Гуляев, В.М. Чаплыга, Я.Г. Притуляк. 4. Афанасьев Ю. В., Студенців Н.В., Щелкин А.П. Магнитометрические преобразователи, приборы, установки. М.: Энергия, 1972.

УДК 621.396

Іван Прудіус, Андрій Синявський

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра теоретичної радіотехніки і радіовимірювань

СТАТИСТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ, СФОРМОВАНИХ КОГЕРЕНТНИМИ РАДІОЛОКАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ

© Прудіус Іван, Синявський Андрій, 2001

У статті наведені результати дослідження статистичних властивостей радіолокаційних зображень, формування яких здійснюється за рахунок спекл-ефектів, що з'являються внаслідок когерентних процесів у радіолокаційних системах. Показано, що густина розподілу відліків радіолокаційного зображення в загальному випадку суттєво відрізняється від закону розподілу Релея-Райса. Згідно з результатами аналізу статистичну модель спекл-структури запропоновано представляти двоальтернативною умовною функцією густини розподілу.

The investigation results of the stochastic features of images speckle pattern obtained by coherent radars are presented in the paper. The analytical relation between envelope distribution law of received signal and scattering parameters on the object at the radar imaging is determined at the analysis. It is shown that a probability distribution function of the radar image samples differs in general case from Rice-Rayleigh distribution law.

Вступ. Формування радіолокаційних зображень при великій роздільній здатності радіолокаційної системи супроводжується виникненням спекл-ефектів, що проявляються у вигляді спекл-структури отриманих зображень [1–3]. Шумоподібний характер спекл-